



GRUPO V

ESTUDO DE PROTEÇÃO, MEDIÇÃO, CONTROLE E COMUNICAÇÃO EM SISTEMAS DE POTÊNCIA (GPC)

EXPERIÊNCIA DA ELETROSUL NA IMPLANTAÇÃO DE UM CENTRO DE TELECONTROLE DE SUBESTAÇÕES DE TRANSMISSÃO.

Pablo Humeres Flores*
Luís Francisco Borges Andrade

Vladimir Tomitch
Alceu Sartor Filho

EMPRESA TRANSMISSORA DE ENERGIA ELETRICA DO SUL DO BRASIL S. A.

RESUMO

Neste trabalho é apresentada a experiência da ELETROSUL na implantação de seu primeiro centro de telecontrole, composta por quatro subestações. São apresentadas as soluções em relação à arquitetura do sistema digital, sistema scada, meios de comunicação, forma de implantação, fluxo do trabalho, avaliação econômica e desafios futuros. O trabalho está situado dentro do programa de telecontrole digital de subestações de transmissão da ELETROSUL, que visa tornar uma significativa parcela de suas subestações desassistidas de operadores locais, procurando aumentar a competitividade da empresa.

PALAVRAS-CHAVE:

Sistemas Digitais, Automação, Supervisão e Controle, Telecontrole.

1.0 - INTRODUÇÃO

A implantação do programa de telecontrole digital de subestações de transmissão da ELETROSUL previa o telecontrole de uma subestação a partir de outra. Com o avanço do programa, a partir de um determinado momento, foi necessário preparar a instalação controladora para telecontrolar não apenas uma subestação, mas várias. A primeira instalação onde isto aconteceu foi com a SE Palhoça, localizada em Santa

Catarina, que passou a controlar duas subestações, e posteriormente mais duas.

Para viabilizar a implantação deste *Centro de Telecontrole*, foi necessário um esforço no sentido de adequar fisicamente a instalação, otimizar a arquitetura de *hardware*, incorporar alguns *softwares*, programar a adequação das subestações já telecontroladas e projetar as futuras subestações de forma a facilitar sua posterior incorporação no centro. Tudo isto procurando o melhor desempenho operacional e otimização de custos.

2.0 - ARQUITETURA DO CENTRO DE TELECONTROLE

Para definir a arquitetura do sistema digital nos centros de telecontrole, é necessário analisar as características operacionais que os centros adotarão e a quantidade de subestações que serão controladas. No caso da ELETROSUL foram definidos os seguintes critérios:

- Para cada subestação telecontrolada haverá um posto de trabalho (interface de IHM) no centro de telecontrole, com disponibilidade de dois monitores para facilitar a visualização simultânea de informações;
- As subestações telecontroladas poderão ser controladas a partir de qualquer um dos diversos postos de trabalho do centro, dando confiabilidade no caso da indisponibilidade de um posto;

• ELETROSUL - R. Dep. Antônio Edu Vieira, 999 - Pantanal CEP 88040-901 - Florianópolis/SC.
Departamento de Engenharia do Sistema - DES / Divisão de Engenharia e Projetos de Transmissão - DEPT
Fone (048)231-7155, Fax (048)234-2608, e-mail: hpablo@eletrosul.gov.br

- A falha de um dos postos não deverá causar a indisponibilidade dos demais;
- Redundância dos diversos equipamentos envolvidos (gateway de comunicação, sistema de som, alimentação, etc) para que uma falha simples não provoque a falha total do sistema.

Observando a Figura 1, que apresenta o programa de telecontrole da ELETROSUL, podemos verificar que o número máximo de instalações controladas num centro será de cinco subestações.



FIGURA 1 – Centros de Telecontrole

Como podemos observar o Centro de Telecontrole de Palhoça controlará as seguintes subestações:

- SE Palhoça
- SE Siderópolis
- SE Jorge Lacerda A
- SE Jorge Lacerda B
- SE Florianópolis (futuramente)

Para atender a esta necessidade operacional foram considerados quatro postos de trabalho. A inclusão da SE Florianópolis foi decidida posteriormente à

implantação do centro, sendo que futuramente serão feitas as adaptações necessárias para a instalação de mais um posto de trabalho.

A interface homem-máquina (IHM) na arquitetura inicial do telecontrole era composta de 02 (dois) microcomputadores industriais pentium com uma configuração redundante, e monitores de 21". A opção por microcomputadores da linha PC foi feita devido ao baixo custo quando comparado com estações de trabalho, além de apresentar uma arquitetura aberta de *hardware* o que representa inúmeras opções de cartões de *I/O*.

Para utilização desta arquitetura nos centros de telecontrole sentiu-se a necessidade de algumas mudanças para atender os requisitos operacionais, otimizar custos e agregar a experiência operacional dos telecontroles existentes. Desta forma verificou-se que:

- A utilização de microcomputadores PC apresentou um desempenho satisfatório, mas teve como elemento crítico a compatibilidade de hardware com o sistema operacional Unixware;
- Não é necessária a exigência de PCs industriais, sendo suficiente medidas preventivas de isolamento eletromagnética e arquiteturas de hardware de PC convenientes;
- A utilização de duas máquinas em cada posto, não é confortável, já que exige a mudança continua de *mouse* e teclado para operação do sistema;
- A impressora utilizando compartilhador atende perfeitamente para um telecontrole simples, mas não é prático num centro. Colocar em rede conectando a uma máquina também não é conveniente pois se houver perda do posto, todo o centro fica sem possibilidade de impressão;
- A impressão de *hardcopy* de telas feita com uma impressora jato de tinta colorida compatível com o padrão de impressão *postscript*, não parece uma boa solução, tendo em vista a demora no tempo de processamento para cada impressão e o alto custo deste tipo de impressora. Ainda mais se considerarmos que a impressão de telas é feita de forma eventual .

Tendo em vista os aspectos anteriormente colocados, a arquitetura utilizada para cada posto de trabalho passou a ser feita com 01 (um) microcomputador PC e dois monitores de 21". Não foi determinado que o PC tivesse padrão industrial, mas em compensação foi exigido certificação da SCO do sistema operacional *Unixware*. Desta forma garantiu-se a compatibilidade

da *hardware* com o Unixware e fez com que a máquina apresentasse um bom padrão em termos de arquitetura interna.

Conforme pode ser visto na Figura 2, os microcomputadores estão interligados em rede local em topologia estrela através de um HUB *dual speed* de 10/100 Mbps. Utiliza como meio físico cabo par trançado UTP.

Para utilizar dois monitores em cada microcomputador recorreu-se a um *software multi-head*, o *Accelerated-X*, desenvolvido pela XIG, que permite a navegação em dois monitores no ambiente *Unixware*.

A impressora foi colocada na rede através de um servidor de impressora, *netport*, colocado diretamente no HUB da rede. Para a impressão de telas foi utilizado um software, o *ghostscript*, para interpretar o padrão *postscript* permitindo a utilização de uma impressora comum a jato de tinta.

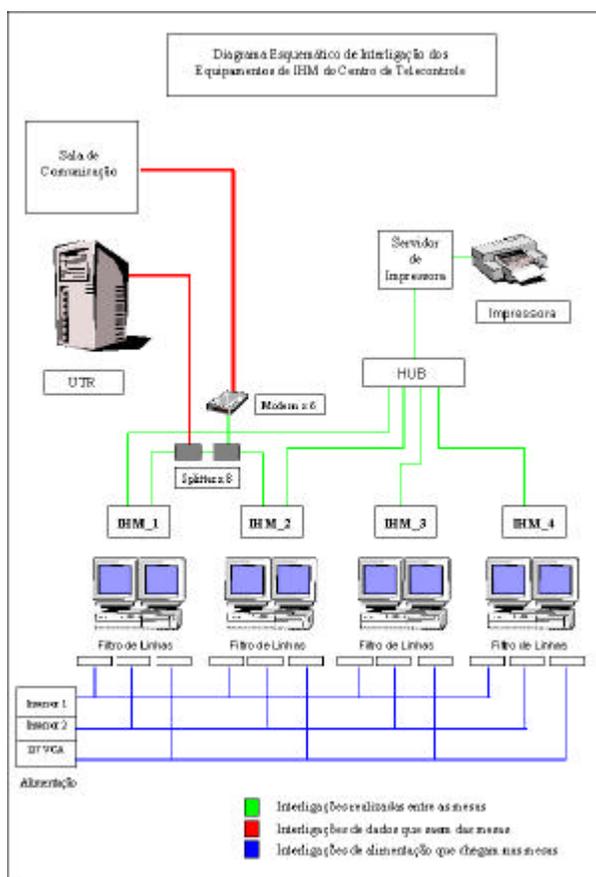


FIGURA 2 – Arquitetura do CT Palhoça
 Dos quatro microcomputadores de IHM, dois (IHM_1 e IHM_2) são utilizados também para comunicação com as UTRs via protocolo Conitel. Para minimizar a

quantidade de modems, são utilizados splitters que são compartilhados pelas estações que realizam comunicação (*gateway*), conforme pode ser observado na Figura 2. A comunicação com as UTRs é realizada através das controladoras multiseriais *Cyclades* instaladas em cada microcomputador *gateway*. Cada controladora se comunica com até 8 canais.

Para alimentação elétrica da plataforma digital são utilizados dois inversores monofásicos de 1,5 KVA. Desta forma garantimos uma alta confiabilidade na alimentação do sistema, ocorrendo a falha somente no caso da perda do 125 Vcc.

As unidades terminais remotas, UTRs, utilizadas nas subestações controladas pelo CT Palhoça são originárias do sistema de supervisão do centro de controle do sistema - COSI, conhecido como sistema DETRE. São UTRs da ELEBRA, modelo MAP, utilizando protocolo Conitel, e foram adaptadas para atender os requisitos de telecontrole comunicando simultaneamente com dois centros, sendo eles o Centro de Telecontrole e o COSI.

Como medida de segurança contra intrusão e para verificação visual do estado das chaves seccionadoras após a execução de uma manobra, foi instalado um sistema de câmaras de vídeo no pátio da subestação telecontrolada. Esta solução, instalada na SE Siderópolis, não teve o desempenho esperado para visualização do fechamento do contato da seccionadora, motivo pelo qual outras alternativas estão sendo investigadas.

Importante destacar também, que a para o CT Palhoça, adotou-se como critério a redundância de UTRs das subestações telecontroladas. No caso de instalações onde serão instaladas novas UTRs, isto não será feito, mas em compensação a própria UTR terá redundância de *hardware* de maneira a suportar uma falha simples. Os canais de comunicação também são colocados de maneira redundante, procurando inclusive rotas fisicamente diferentes.

O sistema *scada* utilizado é o Sistema Aberto de Gerenciamento de Energia, SAGE, desenvolvido pelo Centro de pesquisa de energia elétrica, CEPTEL, da Eletrobrás. A versão colocada em funcionamento no CT Palhoça é o COS, de Nov/98.

O SAGE fornece basicamente os seguintes serviços aplicativos de supervisão e controle:

- **VISOR DE TELAS:** Onde são apresentados os unifilares da subestação, contendo os estados dos principais equipamentos, as medições das

- grandezas analógicas, e onde são ativados os comandos dos diversos equipamentos.
- **VISOR DE ALARMES:** Apresenta os diversos alarmes em seus respectivos níveis de prioridade que são agrupados em categorias definidas pelo usuário.
 - **VISOR DE TENDÊNCIAS:** Janela onde são apresentadas graficamente grandezas analógicas simultâneas para sua monitoração .
 - **VISOR DE LOG:** Permite acessar todas as ocorrências e atuações verificadas no sistema que estão armazenadas sob a forma de arquivos.

3.0 - PROJETO E IMPLANTAÇÃO

A configuração do sistema de IHM de uma subestação a ser telecontrolada segue basicamente as etapas apresentadas no fluxograma da Figura 3.

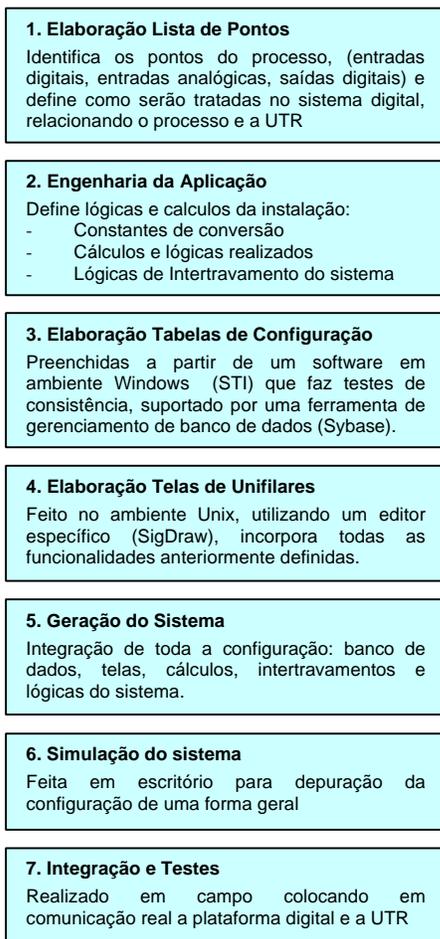


FIGURA 3 – Fluxograma da configuração do sistema Simultaneamente a este desenvolvimento devem ser feitas uma série de outras atividades para adequar o funcionamento da plataforma digital:

- Determinação do microcomputador PC a ser utilizado, dentro das características já comentadas, e condicionamento definitivo do *hardware* com a instalação de placas de som, comunicação, rede, etc, e de *software* instalando o sistema operacional, e todos os softwares tanto no ambiente Windows (STI, Sybase, etc) como no Unix (SAGE, Accelerated-X, Ghostscript, etc).
- Preparação de equipamentos complementares como: impressora, servidor de impressão, HUB, cabos de comunicação, Modems, Splitters, etc.
- Configuração da UTR, e sua integração ao processo e à plataforma digital.
- Preparação do ambiente físico da plataforma digital: mesas, conexões elétricas, de rede e de comunicação.

No caso do CT Palhoça, foi preciso adaptar a configuração da SE Siderópolis que estava sendo anteriormente telecontrolada a partir da SE Jorge Lacerda B. Isto ocorreu porque houve uma mudança na definição dos centros de telecontrole posteriormente à implantação deste empreendimento. Desta forma, foi necessário fazer modificações na base de dados e de telas para padronizar o sistema e para permitir seu funcionamento numa versão mais atualizada do SAGE.

As outras instalações foram sendo implantadas já prevendo sua integração no centro, e por isso seguiram os mesmos critérios na definição do banco de dados e de telas.

A filosofia de implantação era preparar a base de dados e de telas de cada instalação de forma separada, e após sua consolidação (teste em campo), integrada na configuração do centro. Desta forma ficava mais fácil a depuração de problemas e mais segura sua incorporação ao banco de dados do centro.

Paralelamente ao desenvolvimento de toda a implantação da plataforma digital, outras áreas da empresa atuavam no sentido do projeto, obra e comissionamento da instalação para permitir o telecontrole. Além disso, de suma importância é o processo de treinamento e o estabelecimento de uma nova filosofia operacional e de manutenção.

4.0 – ANÁLISE DE CUSTOS

São inegáveis as vantagens econômico-financeiras na implantação de um programa de telecontrole. O custo de implantação representa algo em torno entre dois e tres anos do custo operacional da instalação. Este custo fica ainda mais otimizado à medida que o controle de

várias instalações passa a ser executado num único centro de telecontrole.

A diminuição de custos e a melhoria de performance operacional de um centro porém esta altamente ligado à implantação de rotinas e procedimentos de automação, o qual neste momento na ELETROSUL, se encontra em fase muito inicial.

Os custos envolvidos na implantação de cada uma das subestações telecontroladas no Centro de Telecontrole de Palhoça, podem ser vistos na Tabela 1.

Empreendimento	Implantação	R\$ Anual R\$ Telecont.
SE Siderópolis	06/97	496.000,00 1.488.000,00
SE Palhoça	03/98	558.000,00 1.137.000,00
SE J. Lacerda A	12/98	529.000,00 862.000,00
SE J. Lacerda B	05/99	406.000,00 1025.000,00
SE Florianópolis	12/99	472.000,00 900.000,00
Total		2.461.000,00 5.412.000,00

TABELA 1 – Custos de Implantação de Telecontrole

Nos custos foram considerados os materiais e equipamentos para adaptações das instalações, equipamentos e programas de IHM, contratações de serviços e mão de obra das equipes da ELETROSUL.

Os custos anuais para operação por instalação, foram levantados considerando os custos diretos e indiretos para a manutenção das equipes de operação das subestações (operadores, administrativo, encargos sociais, etc..).

Os custos operacionais não desaparecem totalmente, já que os centros de telecontrole aumentam seus próprios gastos para permitir o controle de várias instalações.

Importante destacar, que a maior parte do custo está associado à adaptação da subestação (processo) para o telecontrole. O custo da interface digital (UTR, comunicação, plataforma digital) representa menos de 10% do custo total.

O custo da implementação da supervisão e controle local da SE Palhoça foi elevado porque estava programada para ser telecontrolada a partir da SE Blumenau. Decisões posteriores a sua implantação determinaram que ela passasse a ser um Centro de Telecontrole.

5.0 - CONCLUSÕES

A implantação do primeiro Centro de Telecontrole na ELETROSUL representa um marco na direção da modernização e aumento de produtividade da empresa. Consolida também a implantação do seu programa de telecontrole digital, apontando um caminho novo em termos de engenharia de controle e de operação do sistema.

A experiência operacional do sistema mostra que os desafios de implantação ainda não estão totalmente resolvidos, uma vez que se trata de uma tecnologia nova e sofisticada, influenciada não apenas pela questão da tecnologia digital, mas também por outros aspectos: comportamento elétrico do sistema de potência, interferências eletromagnéticas na plataforma e nos meios de comunicação, cultura operacional e de manutenção.

Por isso é fundamental consolidar todos os aspectos envolvidos, com a paciência de compreender que cada assunto irá sendo resolvido a seu tempo.

Um aspecto fundamental no processo, é o fator humano, para o qual torna-se vital envolver todas as pessoas e áreas relacionadas ao assunto. O treinamento e capacitação técnica se torna mais do que nunca chave para o processo ganhar a dinâmica e confiabilidade necessária a uma área tão importante quanto a energia elétrica.

Nesta direção, é preciso ir preparando os caminhos para a modernização dos processos operacionais e de manutenção das instalações, e atuar de forma decisiva na implantação de sistemas de automação e recomposição automática.

6.0 - BIBLIOGRAFIA

1. Andrade, Luís F.B. & Flores, Pablo H. & Matos, Carlos M.M. & Tomitch, Vladimir.
Implantação do programa de telecontrole digital de subestações de transmissão da ELETROSUL.
XIV Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica -SNPTEE, 1997.
2. ELETROSUL
Documento de Projeto do Sistema Digital de Supervisão e Controle do CT Palhoça.
3. ELETROSUL
Proposta para telecontrole digital de subestações
4. ELETROSUL

Programa para Automatização das Subestações em operação da ELETROSUL.

7.0 - DADOS BIOGRÁFICOS DOS AUTORES

Pablo Humeres Flores

Nascimento: Santiago – Chile, 05/09/63

Graduação: Eng. Elétrica - UFSC, 1985

Pós-graduação: Sistemas de Potência - UFSC, 1990

Experiência profissional:

- Oito anos de experiência na área de estudos e projetos de linhas de transmissão;
- A quatro anos atuando na área de projeto e desenvolvimento de sistemas digitais de supervisão e controle de subestações de transmissão.

Luís Francisco Borges Andrade

Nascimento: Porto Alegre - RS, 30/03/58

Formação: Engenheiro eletricista - UFSC, 1983

Experiência Profissional:

- Catorze anos de experiência em projeto e desenvolvimento de sistemas digitais de supervisão e controle de subestações de transmissão.

Alceu Sartor Filho

Nascimento: Campo Mourão – PR, 07/07/61

Graduação: Eng. Elétrica - UFSC, 1985

Experiência profissional:

- Dez anos de experiência na área de estudos e projetos de controle e instrumentação de Usinas Termoelétricas;
- A dois anos atuando na área de projeto e desenvolvimento de sistemas digitais de supervisão e controle de subestações de transmissão.

Vladimir Tomitch

Nascimento: São Paulo - SP, 23/12/54

Formação: Analista de Sistemas

Santa Ana University – CA, 1977

Experiência Profissional:

- Doze anos de experiência em projeto e desenvolvimento de sistemas digitais de supervisão e controle de subestações de transmissão.